

最小吐水口空間の基準に関する検討 そのⅠ 近接壁の影響がない場合

江 川 隆 進*

Review of Minimum Air-gap Standards Part I Where there is no effect on near walls

Takayuki Egawa

This study aimed to compare and review the results of experiments concerning air-gaps conducted by Zinkil in the US, Shinohara and Egawa, and the Japan Water Research Center. Moreover, I reviewed minimum air-gap standards for pipe diameters in excess of 25mm where there was no effect on near walls.

As a results, I proposed modification of minimum air-gaps (G) over 25mm from $G=1.7d+5(\text{mm})$ to $G=1.8d+5(\text{mm})$. d represents the diameter (mm) of the effective openings. JIS standard water taps of 13mm, 20mm and 25mm were increased to over 25mm, 40mm and 50mm respectively. Apart from the case of water taps, $G=1.8d+5(\text{mm})$.

1. はじめに

水道増圧給水システムの認可などから旧厚生省は水道法の改正に着手し、給水装置に関する見直しとして“給水装置の構造および材質の基準に関する省令”(厚生省第14号)¹⁾を施行した。

この省令のなかで、最小吐水口空間の基準は呼び径 25mm までは日本水道協会(JWWA)および日本工業規格(JIS B2061)で使用されている基準を、25mm を超える口径に対しては空気調和・衛生工学会規格(HASS 206 現在 SHASE - S 206)²⁾の基準を参考にして定められた。前者は米国の基準であり、後者は HASS の基準で、篠原・江川の研究³⁾が基礎となっている。つまり、二つの基準が呼び径 25mm 以下とそれを超える口径に採用されていることになる。なお、いずれも口径 30mm 以上の実験がないこともあり、以前より不合理さが指摘されている。

そこで、(財)水道技術研究センターが旧厚生省の委託を受けて吐水口空間にかかわる調査と実験を実施され、その結果⁴⁾が報告された。大口径の実験と近接壁の簡略化を目的としていたが、実験に使用した負圧が常に変動していたなどもあり、結論には至らず、さらに検討を要することが記されている。最後には、篠原・江川の実験結果と比較し、必要に応じて若干の補正をしたうえで新しい基準の作成を考えていると締めくくっている。

本研究では、最小吐水口空間値を、アメリカの Zinkil の実験結果、篠原・江川の実験結果、さらに(財)水道技術研究センターの実験の結果を比較検討することにした。その上で 25mm 以上の最小吐水口空間の基準

* 建設工学科建築学専攻

を検討することにした。というのは、基準値がより安全を見込んで作成されたものであるからである。なお、近接壁の影響がある場合については次報で検討する。

2. 研究の背景と経緯

吐水口空間の基準は、Zinkil の実験結果から米国で最初に定められた。その後、篠原・江川の実験結果によって HASS 規格が定められ、わが国におけるその他の規格にも利用されるようになったのである。しかし、HASS 規格において、とくに近接壁に対する基準が諸外国の基準に比べて複雑すぎている。そのために、簡略化できないものか見直しを行った筆者の研究^{5), 6)}があるが、まだ検討すべき面を残していた。

その後、厚生省第 14 号にあるように米国と HASS の基準を併合した基準となった。しかし、大口径に対する基準と近接壁に対する基準の簡素化が叫ばれるようになり、(財) 水道技術研究センターが中心となって実験的に検討されたのである。さらに空気調和・衛生工学会においても検討すること至った。

吐水口空間の実験を行い、その結果を基礎にして基準を定めることは、米国では Zinkil が、HASS では篠原・江川の実験によっている。いずれも表一 1 にあるように小口径に対するものであるが、大口径にも適応させた基準となっている。その点が不合理であると指摘されている。

しかし、大口径の実験には大規模の実験装置においても一定の負圧を維持することが不可能に近いことはわかっている。

(財) 水道技術センターの実験では、150mm のパイプの水を落下させ、上部に真空を発生させる方法を採用したが、負圧に変動があり、さらに持続がなく、装置としては完全なものではない。要は、大容量の真空タンクと 2~3 分以内で真空タンク内を真空にするための真空ポンプが必要となる。それでも 50mm 以下の口径しか実験できないだろう。

表一 1 小口径の有効開口

Zinkil 有効開口 内径 (mm)	篠原・江川 有効開口 内径 (mm)
3.2	5.6
4.7	8.6
5.7	14.5
10.1	18.8
14.2	22.7
20.2	27

しかしながら、実際の給水栓の実験となると、こま付き、すなわち逆止構造になっていることから、負圧による空気の管内への流入はなくなるか、パッキンの腐食などにより有効開口が小さくなることから、給水栓に対する実験には大規模な装置は必要としない。しかし、せめて有効開口の内径が 50mm までは実験で検証したいものである。

3 旧厚生省第 14 号における吐水口空間の基準

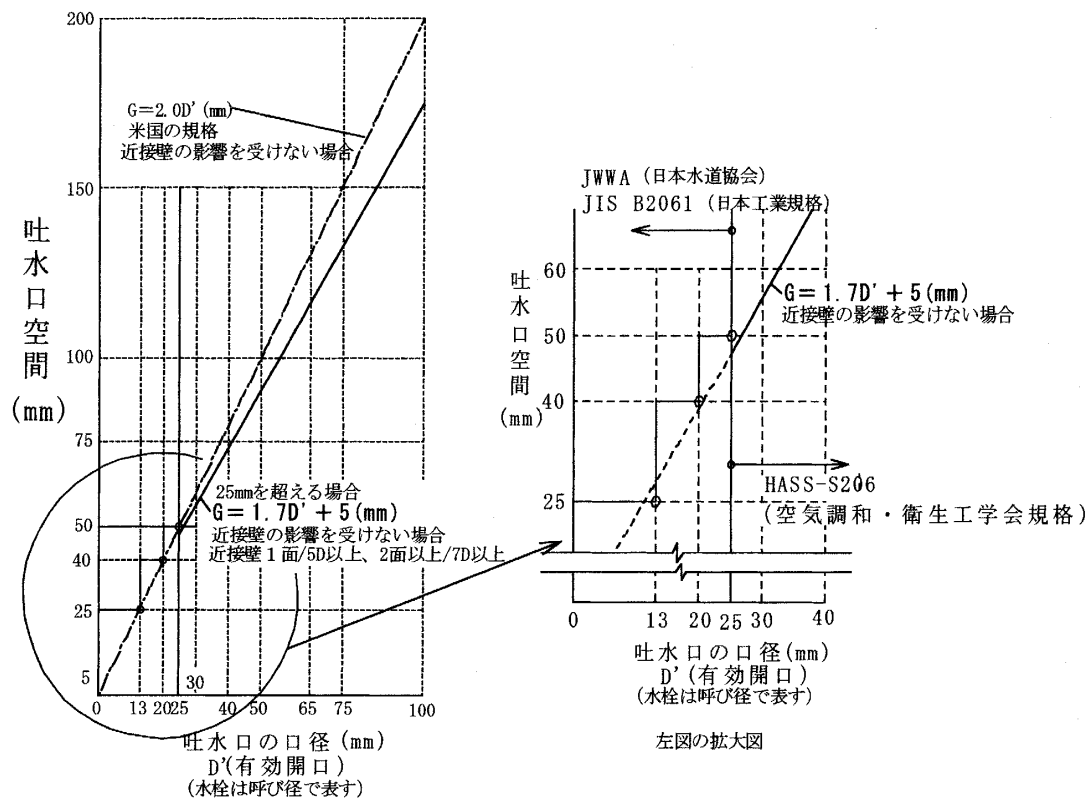
旧厚生省第 14 号の基準を図示すると、図一 1 のようになる。呼び径 25mm までとそれを超える口径の基準に分けられている。ただし、近接壁の基準は除く。

ここで不合理な部分を指摘すると、第一に 25mm までは呼び径で、それ以上は有効開口で示されており、そのいずれかに統一しなければならない。すなわち、HASS の基準では有効開口の内径で示しているからである。

第二に呼び径 25mm において、最小吐水口空間値 (G) が 50mm であるのに対し、近接壁の影響がない場合では $G=1.7d+5(\text{mm})$ となっている。そのために、 $G=1.7 \times 25+5=47.5(\text{mm})$ となり、合致しないという矛盾がでてくる。米国の基準である $G=2d$ では、 $G=2 \times 25=50(\text{mm})$ となる。

第三に、近接壁では $G=2d+5$ 、 $G=3d$ 、 $G=3.5d$ の基準があるが、口径が 25mm で第二と同様に合致しないという矛盾がある。

以上の 3 点などから、単に二つの基準を併合した旧厚生省第 14 号は、いずれは改正すべき基準であった。



図一 旧厚生省第 14 号における吐水口空間の基準

4 実験値の比較

実験方法などの実験条件は異なるが、Zinkil の実験(A)、篠原・江川の実験(B)および(財)水道技術研究センターが中心となっていた実験(C)を比較して検討する。

表一 2 は、3 つの実験値を比較したものである。ただし、すべて有効開口による比較とするが、実験(C)については実験値から有効開口ではなくて呼び径でないかと推定できる。なお、吐水口部分の肉厚の実験については(C)では行っていないために省略するが、(A)と(B)の実験では約 1 割高の吐水口空間が必要となっている。

4-1 Zinkil の実験(A)⁷⁾

実験結果(表一 2 参照)から次元解析法により、

実験式： $G/d=2.45(1-0.26d/D)(1-114d/ha)$ を導いている。

ただし、 G ：吐水口空間、 d ：吐水口内径、 D ：吐水口外径、 ha ：大気圧、 $3.2\text{mm}<d<20.5\text{mm}$ である。なお、吐水口の薄厚の実験値を表一 2 の①に示す。②は、①の実験値から筆者が一次式の実験式を求めたもので、50mm まで示してある。したがって、有効口径 50mm で 1.5 倍程度の吐水口空間値ということになる。米国の基準で

は2倍以下なので、十分安全側にある吐水口空間値となろう。それ以上の大口径では、有効開口の2倍という値はより十分安全な数値となろう。ただし、肉厚の吐水口やあふれ面上の水面の状況を加味すると、基準値を有効開口の2倍と決定したものと判断できる。

4-1 篠原・江川の実験(B)

口径の薄厚の実験値を表-2の③に、その実験式： $G=1.46+2.77(\text{mm})$ から得られる吐水口空間値を④に示すが、一次式のために一定の割合で吐水口空間値が上昇することになる。HASSの基準値は、肉厚などの影響を加味し、最小吐水口空間値を、 $G=1.7d+5(\text{mm})$ として提案したのである。したがって、米国の基準である $G=2d(\text{mm})$ よりも吐水口空間は低くなっている。

実験は、口径27mmまでしか行っていない。つまり、開閉に使用していたガラスコックの最大開口が27mmということである。それ以上の吐水口の口径にしても、吐水口空間値の上昇がないことがわかっていたので実験ができなかったのである。そうならばコックの径を大きくすればよいが、真空タンクや真空ポンプの容量が小さかったため真空が持続できなかったのである。

4-2 (財)水道技術研究センターが中心となって行った実験(C)

150mmまでの大口径の実験を試みた。ただし、実験装置において大容量の真空タンクではなく、150mmパイプからの水の落差から生じる真空による実験のために一定の負圧の持続しないなどの要因もあり、実験結果にばらつきがみられたとある。

大口径の実験値については、表-2の⑤と⑥からもわかるように口径30~60mmあたりから吐水口空間値はほぼ一定になっている。小口径では一定の割合で吐水口空間値が上昇したのに対して、口径30~60mmから一定になるという実験結果となっている。筆者等の実験の予測からは、一次式的に吐水口空間値が上昇しなくとも、ほぼ一定の吐水口空間値になるとは考えもしなかった結果であった。

4-3 実験値の比較

表-2にも記入してあるが、強調数字は実験値、その他の数字が実験式で大口径の吐水口空間を求めたものである。その結果、(A)と(B)の実験値の差違は少ないことがわかる。ただし、実験範囲が(A)は20.2mm、(B)では27mmまでになっており、実験方法もほぼ同じだったからかもしれない。実験においても、最小口径部分を有効開口として吐水口空間値を求めているからである。

しかし、(C)の実験では、呼び径として示しており、実験装置内のバタフライ弁が呼び径と同じ口径の弁で実験したのか、実験値から疑問である。(B)の実験では、開閉弁は口径よりも大きくて27mmを使用している。したがって、開閉弁は固定されていることになる。たとえば、呼び径150mmの実験において開口部が150mm以上のバタフライ弁が急開できなければならない。

(C)の実験では、吐水口の呼び径で150mmまで実験を行っている。その実験結果として、大口径になっても数値は上がっておらず、呼び径30mm~60mmから実験値が横ばいになっている。なかには実験値が低下している場合もある。筆者等の実験によると、大口径の実験には大規模の装置が必要となる。さらに、瞬時に仕切弁を全開しなければならない。実際にそこまで実験できるかとなると、不可能に近いと判断する。

表-2の実験値によると、(C)の実験ではバタフライ弁が30mmまたは40mmでなかったかと推定できる。すなわち、有効開口が30mmまたは40mmの実験値ということになる。したがって、この実験方法による30mm以

上の実験値が低すぎることを指摘したい。そうならば、(A)と(B)の実験が小口径ではあるが、実験式が大口径に適用できるか否かを不合理とは判断できないことになる。

表－２ 実験値および実験式の比較

呼び径 または 有効開口 (mm)	① Zinkil 実験値 (mm)	② Zinkil 実験式 (mm)	③ 篠原・江川 実験値 (mm)	④ 篠原・江川 実験式 (mm)	⑤ 水道技術研 究センター 実験値 (mm)	⑥ 水道技術研 究センター 実験値 (mm)
3.2	6.3	6.4				
4.7	8.6	8.6				
5.6			10.7	10.3		
5.7	10.3	10.1				
8.6			14.6	14.7		
10.1	16.6	16.5				
13		20.7		21.2	18	18
14.2	22.1	22.6				
14.5			23.4	23.2		
18.8			29.6	29.5		
20		30.9		31.2	26	25
20.2	31.5	31.2				
22.7			34.9	35.1		
25		38.2		38.5	30	30
27			40.7	41.3		
30		45.5		45.7	33	
40		60.1		58.1	35	
50		74.7		74.7	38	39
65				96.5	39	
75				107.1	35	45
100				147.2	35	49
125				183.5	31	
150				220	31	

①：薄厚の実験値（強調数字）

②：①の実験値から筆者が実験式を導いた値である。 $G=1.46d+1.70(\text{mm})$

③：薄厚の実験値（強調数字）

④：③の実験値から実験式を導いた。 $G=1.45d+2.13(\text{mm})$

⑤：近接壁１面 壁からの離れ 5D の実験値 壁の影響がないものと考えられる。

⑥：近接壁２面 壁からの離れ 6D の実験値 壁の影響がないものと考えられる。

５．検討と提案

実験条件が異なるために単純に比較検討ができないが、とくに有効開口の口径が 30mm 以上となると(C)の実験しかない。このような条件下において、前項では実験値の比較をしている。本項では実験値の比較を含め、その他の要因に対して総体的に検討を試み、さらに基準値の修正を含めた提案を行った。

５－１ 吐水口内径（d）と吐水口の有効開口の内径（d'）

有効開口の内径とは、接続する配管径、仕切り弁の径、給水栓内のシート内径、そして吐水口の内径の中で

最小の口径をいう。一般には給水栓内のシート部分か吐水口の内径のどちらかになる。実際の給水栓では、表一3に示すように JIS B2061 による規格ではこまパッキンが接するシート部分が有効開口となる。したがって、吐水口の内径が有効開口になることはない。

給水栓ではなく仕切弁により給水されておれば、仕切弁内の弁部分の開口部が吐水口の内径より小さい場合、有効開口の内径は前者の弁部分の開口部に、反対の場合には吐水口の内径になる。

吐水口空間は、有効開口の内径に影響される。たとえば、仕切弁内径が 25mm とし、吐水口内径が 50mm とすると、有効開口の内径は 25mm となる。ただし、吐水口付近の影響（肉厚、口径、形状など）で、吐水口の内径が 25mm とは全く同じ空間にならないにしても、その影響はごく微少で、約 1 割程度であろう。

表一3 JISS 規格の給水栓形状

呼び径 (mm)	シート口径 (mm)	こまパッキン 厚さ (mm)
13	8	3
20	15	4
25	18	4

5-2 給水栓の口径別使用度

13mm、20mm、25mm の3種類の給水栓は、実際に存在し、多用されている。それを超える給水栓となると、その使用は限られたところとなろう。その例として、群馬県のT市では13mmの給水栓が約76%、20mmが約20%、25mmが約2%、30mm～150mmまでが約2%という給水栓の使用比率ゆえ、25mmまでの給水栓の使用が約98%ということになる。したがって、30mm以上の給水栓の使用が少ないこと考慮した基準を提案すべきである。また、JIS規格でも自動給水であるボールタップの基準を示しているが、30mm以上の給水栓と思われる。

そのほかに、大口径となれば、仕切弁で給水されることが考えられるが、特別な給水方法となるために把握することは困難である。実験では、どちらかといえば、仕切弁による給水方法に合致する。

5-3 呼び径と吐水口の内径以外が有効開口

呼び径、すなわち、吐水口の内径で基準を定めるとすれば、吐水口の内径以外が有効開口である場合には基準値が大きくなり、吐水口空間が安全側になる。たとえば、呼び径を 30mm とし、止水口の内径を 25mm すれば、呼び径では 60mm 以上の吐水口空間が必要になるが、有効開口では 50mm 以上の吐水口空間となる。ただし、吐水口空間=2d(mm)とした場合とする。

米国と日本の規定は有効開口、ヨーロッパの規定は内径あるいは呼び径になっている。そこで、給水栓の吐水口の形状が吐水空間の距離の長短に影響されやすいので、吐水口内径で規定することも考えてもよい。

5-4 JIS 給水栓の吐水口空間

JIS 規格の給水栓は、すべて‘こま付き’すなわち逆止構造となっているので、給水管内が負圧になると給水栓内のシート部分にこまパッキンが密着し、容器のあふれ面上の水が吸い上がらなくなっている。ただし、こまパッキンが万が一作動しないとすれば、表一2にあるようなシート部分の開口部が有効開口となり、呼び径よりも小さい開口部となる。さらに、給水栓を横向きに取り付けるとこまパッキンの作動が合理的でなくなる欠点もあるが、いずれにしても現行の基準値はより安全側にあることを指摘しておきたい。すなわち、(A) (B) (C) いずれの実験も給水栓内のこまパッキンを取り外した実験に等しいといえる。そして、呼び径ではなくシート部分の口径の吐水口空間値となる。13mmの実験値ではなく、8mmの実験値となる。

なお、実際の給水栓の実験を行うとすれば、逆流防止器と同じように負圧破壊試験方法で水の上昇試験がある。こまパッキンの作動が不完全であったり、パッキンが腐食していると水の上昇が見られる。

5-5 給水栓以外の吐水口空間

給水栓以外となれば、ボールタップによる給水があるが、内部は逆止構造となっている。そこで、JIS 規格に記述されているように独自の基準を定めればよいと考える。それ以外となると、仕切弁で給水することが考えられるが、特別な給水方法となろう。

いずれの実験でも逆止構造のない吐水口の場合なので、実験結果があらゆる給水方法にも適応できる。したがって、JIS 規格に合格している給水栓とそれ以外の給水方法とでは基準値を変える考え方もあるが、現行の基準は JIS 規格の給水栓に対して十分安全側の値となっている。

5-6 HASS 基準の修正

13, 20, 25mm の給水栓が規格化されており、たとえば、18mm や 22mm という給水栓はない。しかし、仕切弁で給水されている場合もあるので、基準として示しておかねばならない。現行では、近接壁の影響がない場合、最小吐水口空間(G)= $1.7d+5$ (mm)以上となっている。有効内径 25mm のとき、吐水口空間値= $1.7d+5=47.5$ mm となり、米国の基準の 50mm よりも 2.5mm 小さい。有効開口 25mm では 39mm で、米国の基準の 40mm より 1mm 少ない値となっている。さらに、有効開口 13mm では 27.1mm となり、米国の基準の 25mm よりも 2.1mm 高くなっている。

そこで、最小吐水口空間(G)= $1.8d+5$ (mm)と修正すれば、有効開口 25mm では 50mm となる。

近接壁の基準も同様に修正すると、最小吐水口空間(G)= $2.8d+5$ (mm)とすれば、有効開口 25mm では 75mm、有効開口 20mm では $G=2.8 \times 20+5=61$ mm、そして有効開口 13mm では $G=2.8 \times 13+5=41.4$ mm となり、3d 以上の値となる。あとは壁からの離れの基準を考えればよい。

5-7 大口径の吐水口空間

(A) の Zinkil の実験と (B) の篠原・江川の実験から、それぞれ 25mm 以上の有効開口に対しても適応した基準が定められた経緯がある。ただし、米国の基準には、注釈として 2 インチ (50.8mm) をこえる有効開口について数回の試験を行ったが、有効開口の内径の 2 倍よりも安全率が大であると記している。

(B) の篠原・江川の実験では、コック (仕切弁) が最大 27mm となっていたため、それ以上の有効開口の実験は行っていない。しかし、吐水口空間値が一次式で上昇していたことから、50mm ぐらいまでは実験式が適応できるものと考えられた。それ以上となれば、実験では安全側になるだろうと推定できたが、仕切弁の一瞬の急開ができなければ実験値が上昇しないことがわかっていたため、100mm 以上の大口径の実験は困難であると理解していた。

いずれの基準も、一次式で吐水口空間値が上昇しているので、50mm 以上はより安全な基準となっているものと思われる。

6. まとめ

基準を簡単明瞭にすることが必要と考えるならば、米国の基準が最適であろう。ただし、大口径に対してはより安全な基準になっていることは確かだ。しかし、その基準に対し、条件が伴うことを記すべきである。たとえば、最小吐水口空間値を米国基準の 2d にするのか、HASS 基準の $1.7d+5$ のどちらかを採用するかとなる。いずれも模擬実験の結果から決められたものであるが、口径が前者では 20.5mm、後者では 27mm までの実

験によるものであり、それ以上の口径に対しては推定値となっている。

大口径の実験で得られた結果によると、吐水口空間が直線的に高くなることを示した。しかしながら、40～50mm 付近から吐水口空間の変動が見られなくなることは理論的に疑問である。すなわち、150mm の吐水口の内径であっても 40mm 程度の吐水口空間とは到底考えられないからである。

そこで、十分に安全側になる現行の基準に不合理とは判断することにはならず、再検討しなければならない。とはいえ、大規模な装置で、せめて 50mm まで拡大した実験が必要となるが、早急に解決できるものではない。

今回、近接壁の影響のある場合を除いて、呼び径 25mm 以上の最小吐水口空間 (G) を HASS の基準を修正して $G=1.8d+5(\text{mm})$ 以上にすることを提案した。25mm までは、米国の基準が明瞭で簡潔であり、そのまま適応すべきと考える。そうすれば、25mm が一致し、矛盾がなくなるからである。また、給水栓の大口径に対する吐水口空間値がより過大にならなくなるからである。なお、近接壁の影響のある場合についても近接壁の影響がない場合同様に HASS 基準を簡明にすべきと考えている。

参考文献

- 1) 給水装置の構造および材質の基準に関する省令” (厚生省第 14 号) 1997. 3. 19
- 2) 空気調和・衛生工学会規格 (HASS 206 現在 SHASE - S 206) pp. 58～59
- 3) 篠原・江川：給水設備における吐水口空間について 空気調和・衛生工学 47-12(1973-12) pp. 29～44
- 4) 紀谷・松崎・前島・武樋・藤原：吐水口空間に関する実験的検討 空気調和・衛生工学 78-6(2004-6) pp. 19～26
- 5) 江川：吐水口空間の規準値について 日本建築学会北陸支部研究報告集 1990-7 pp. 217～220
- 6) 江川：最小吐水口空間の規準値に関する研究 福井工業大学研究紀要 第 26 号 1996 pp. 142～148
- 7) Roy B. Hunter, Gene E Golden, Herbert N. Eaton : Cross-Connections in Plumbing System. April 1938. Reserch Paper RP 1083. Part of Journal of Research of the National Bureau of Standards, Volume 20

(平成17年11月29日受理)